

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER*  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN  
TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER***

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

RISKI WISNU MAHANANI

NPM. : 11 02 13838



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JUNI 2015

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER*  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN  
TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER***

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

RISKI WISNU MAHANANI

NPM. : 11 02 13838



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JUNI 2015

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

### **PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER***

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juni 2015

Yang membuat pernyataan,

A 6000 Rupiah Indonesian postage stamp is placed over the signature. The stamp features the Garuda emblem of Indonesia, the text 'KEMENTERIAN PERKURANGAN', the serial number 'AYC22ADF279636316', and the denomination '6000' and 'ENAM RIBU RUPIAH'.

(RISKI WISNU MAHANANI)

## **PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

# **PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER***

Oleh :

RISKI WISNU MAHANANI

NPM. : 11 02 13838

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Juni 2015

Pembimbing



14/7-15

J. Januar Sudjati, S.T., M.T.

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



J. Januar Sudjati, S.T., M.T.



## PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

### **PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER***



Oleh :

RISKI WISNU MAHANANI

NPM. : 11 02 13838

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.	14 Juli 2015	
Sekretaris	: Angelina Eva L., S.T., M.T.	14 Juli 2015	
Anggota	: Ir. Agt. Wahyono, M.T.	14 Juli 2015	

## **Motto dan Persembahan**

### **Motto**

*Dreaming is the first step that you have to make. While, the act is the next step that you have to do*

"The way to be ahead is getting started now. If you start now, next year you will know a lot of things are unknown right now, and you will not know the future if you are waiting."  
-William Feather

"Let go of the past and go for the future. Go confidently in the direction of your dreams. Live the life you imagined." -  
Henry David Thoreau

"If you never try you'll never know" – Coldplay

This is not to be end, this is a new beginning.

### **Tugas akhir ini sebagai persembahan untuk :**

Tuhan Yesus Kristus  
Keluarga tercinta Ibu, Kakak dan Adik yang selalu mendoakan dan  
memberikan dukungan.  
Ayah yang sekarang ini berada disisi Tuhan yang selalu memberikan  
cinta dan perhatiannya.  
Seluruh Saudara dan teman-teman seperjuangan.  
Terima Kasih

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasihNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*” untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Harapan penulis melalui Tugas Akhir ini adalah memberikan tambahan pengetahuan serta memperdalam ilmu dalam bidang Teknik Sipil, baik bagi penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Tuhan Yesus yang teramat baik kepada penulis, yang telah memberikan curahan kasih-Nya yang luar biasa berupa kekuatan dan semangat selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Yoyong A, M.Eng, Ph. D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

3. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya serta sebagai dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia dengan sabar mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Keluarga tercinta Ibu, Kakak dan Adik terima kasih atas doa, dukungan, semangat, penghiburan dan pengorbanan yang sudah diberikan bagi penulis selama ini, sehingga penulis dapat melanjutkan cita-cita sampai sekarang.
6. Ayah yang sekarang ini berada disisi Tuhan terima kasih atas rasa cinta, perhatian dan pengorbanan yang selalu diberikan sehingga penulis memiliki semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan, Iyus, Erina, Dwi Prasetyo, Ian, Catur Nugroho, Rudi, Awan, Agnes, Alfon, Ando, Ibnu, Yohanes Arnold, Eko, Loveandre, Andre Fedinandus, Pandu, Arnold, Alvian dan Yosi terima kasih atas bantuan, dukungan dan semangatnya selama melakukan penelitian. Untuk yang teristimewa Valentinus Denny terima kasih atas kebersamaannya selama ini untuk selalu berada disamping penulis.
8. Teman-teman Angkatan 2011, terima kasih banyak buat kebersamaan kita selama ini, baik didalam suka maupun duka.
9. Pak Benny selaku Staf Laboratorium Transportasi dan Pak Sukar selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan di Universitas Atma Jaya



Yogyakarta yang telah banyak sekali membantu penulis selama melakukan penelitian.

10. Teman-teman Asisten Dosen Laboratorium Transportasi (Hans) dan Laboratorium Struktur Bahan dan Bangunan (Halim, Paul) di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, terima kasih untuk bantuan selama penulis melakukan penelitian.
11. Teman-teman KKN Angkatan 66, Kelompok 69, Padukuhan Kalinongko, terima kasih atas kerjasama dan dukungan selama ini.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Yogyakarta, Juni 2015

RISKI WISNU MAHANANI

NPM. : 11 02 13838

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvii</b>
 <b>BAB I     PENDAHULUAN.....</b>	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.7 Lokasi Penelitian.....	4
 <b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	 <b>5</b>
2.1 Penggunaan Kaca dalam Bidang Konstruksi .....	5
2.2 Kandungan dalam Kaca .....	6
2.3 Perkembangan Penelitian dengan Kaca .....	7
2.4 <i>Water Reducing High Range</i> .....	9
2.5 Beton .....	11
2.6 Bahan Penyusun Beton .....	12
2.6.1 Semen .....	12
2.6.2 Air .....	13
2.6.3 Agregat Halus .....	13
2.6.4 Agregat Kasar .....	14
2.7 <i>Workability</i> .....	15
2.8 <i>Segregation</i> .....	16
2.9 <i>Bleeding</i> .....	17
2.10 Nilai <i>Slump</i> .....	18
2.11 Umur Beton .....	18
 <b>BAB III     LANDASAN TEORI.....</b>	 <b>20</b>
3.1 Kuat Tekan Beton .....	20
3.2 Modulus Elastisitas Beton .....	21

3.3	Kuat Tarik Belah Beton .....	22
3.4	Penyerapan Air Beton .....	23
<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
4.1	Umum.....	24
4.2	Kerangka Penelitian .....	25
4.3	Bahan.....	26
4.4	Alat.....	27
4.5	Pengujian Bahan.....	31
4.5.1	Agregat Halus.....	31
4.5.2	Agregat Kasar.....	36
4.5.3	Serbuk Kaca .....	41
4.6	Perhitungan Rencana Campuran .....	42
4.7	Pembuatan Benda Uji.....	43
4.8	Pengujian <i>Slump</i> .....	45
4.9	Perawatan Benda Uji.....	46
4.10	Pengujian Beton .....	46
4.10.1	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	46
4.10.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	47
4.10.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	47
4.10.4	Pengujian Penyerapan Air Beton .....	48
<b>BAB V</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
5.1	Hasil dan Pembahasan Pengujian Bahan dan Material .....	50
5.1.1	Pengujian Agregat Halus (Pasir).....	50
5.1.2	Pengujian Agregat Kasar (Kerikil/ <i>Split</i> ) .....	52
5.1.3	Pengujian Serbuk Kaca .....	53
5.2	Pengujian <i>Slump</i> .....	54
5.3	Pengujian Beton .....	56
5.3.1	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	56
5.3.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	57
5.3.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	59
5.3.4	Pengujian Penyerapan Air Beton .....	60
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
6.1	Kesimpulan .....	63
6.2	Saran.....	65
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

No.	NAMA TABEL	HAL.
2.1	Kandungan kaca	6
2.2	Kandungan serbuk kaca	7
2.3	Hasil uji kuat tekan beton dengan serbuk kaca (Wibowo)	7
2.4	Hasil uji kuat tekan beton dengan serbuk kaca (Yulianti & Rikardus)	8
2.5	Hasil uji kuat tekan beton dengan serbuk kaca (Suwignyo)	9
2.6	Susunan unsur semen portland	12
2.7	Batas-batas gradasi agregat halus	14
2.8	Batas agregat kasar	14
2.9	Penetapan nilai <i>slump</i> adukan beton	18
2.10	Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur	19
4.1	Kebutuhan bahan susun beton per-m <sup>3</sup>	43
4.2	Variasi benda uji	43
5.1	Hubungan warna larutan dengan kandungan zat organik	50
5.2	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> untuk kuat tekan dan modulus elastisitas beton	54
5.3	Hasil pengujian <i>slump</i> untuk pengujian kuat tarik belah beton	55
5.4	Hasil pengujian <i>slump</i> untuk pengujian penyerapan air beton	55
5.5	Hasil pengujian kuat tekan beton	56
5.6	Hasil pengujian modulus elastisitas beton	58
5.7	Hasil pengujian kuat tarik belah beton	59
5.8	Hasil pengujian penyerapan air beton	60

## DAFTAR GAMBAR

No.	NAMA GAMBAR	HAL.
3.1	Benda Uji Silinder	20
4.1	Sistematika Metode Penelitian	25
4.2	Serbuk kaca substitusi sebagian agregat halus	26
4.3	Serbuk kaca sebagai <i>filler</i> beton	26
4.4	<i>Sikament LN</i>	26
4.5	<i>Tintometer</i>	27
4.6	<i>Los Angeles Abrasion Machine</i>	29
4.7	Bola Baja	29
4.8	<i>Compressometer</i>	30
4.9	<i>Compression Testing Machine</i>	30
4.10	<i>Universal Testing Machine</i>	30
4.11	Pemeriksaan Zat Organik Pasir	33
4.12	Pengujian <i>Slump</i>	45
4.13	Pengujian Kuat Tekan Beton	46
4.14	Pengujian Modulus Elastisitas	47
4.15	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	48
5.1	Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton	57
5.2	Diagram Perbandingan Modulus Elastisitas Beton	58
5.3	Diagram Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton	59
5.4	Diagram Perbandingan Persentase Air Beton	61

## DAFTAR NOTASI

NOTASI	ARTI
$f_c'$	Kuat Tekan (MPa)
P	Beban Tekan (N)
$A_o$	Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )
N	Jumlah benda uji
E	Modulus elastisitas beton Tekan (MPa)
f	Tegangan (MPa)
$\varepsilon$	Regangan
$f_t'$	Kuat tarik belah beton pada umur 28 hari ( $\text{N/mm}^2$ )
L	Lebar/tinggi silinder beton (mm)
D	Diameter silinder beton (mm)
A	Berat kering pasir (gram)
B	Berat SSD (gram)
C	Berat agregat dalam air (gram)
V	Berat awal pasir (gram)
W	Jumlah air (ml)
$W$	Kandungan lumpur
mj	Masa jenuh
mk	Masa Kering

## DAFTAR PERSAMAAN

PERSAMAAN	KETERANGAN	HAL.
2-1	Persamaan reaksi	5
3-1	Kuat tekan	20
3-2	Modulus elastisitas beton desak (Wang & Salmon)	21
3-3	Kuat tarik belah beton (SK SNI 03-2491-2002)	23
3-4	Penyerapan air beton	23
4-1	Kandungan lumpur	33
4-2	Kadar air	34
4-3 s/d 4-6	Berat jenis dan absorpsi pasir	35
4-7	Keausan <i>split</i>	39
4-8 s/d 4-11	Berat jenis dan absorpsi <i>split</i>	40
4-12	Berat jenis serbuk kaca	42
4-13	Penyerapan air	49

## DAFTAR LAMPIRAN

NAMA LAMPIRAN	HAL.
A. Pengujian Bahan	68
A.1 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	68
A.2 Pemeriksaan Kandungan Kandungan Lumpur dalam Pasir	69
A.3 Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir	70
A.4 Pemeriksaan Kadar Air pada Pasir	71
A.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	72
A.6 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Serbuk Kaca	73
A.7 Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca	74
A.8 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran <i>Split</i>	75
A.9 Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam <i>Split</i>	76
A.10 Pemeriksaan Kadar Air pada <i>Split</i>	77
A.11 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	78
A.12 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i>	79
B. Rencana Adukan Beton SNI	80
C. Pengujian Kuat Tekan Beton	87
C.1 Pengujian Kuat Desak Beton Normal	87
C.2 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 10%	87
C.3 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 20%	88
C.4 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 30%	88
C.5 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 40%	89
D. Pengujian Modulus Elastisitas Beton	90
D.1 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Normal	90
D.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	96
D.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	102
D.4 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	108
D.5 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 40%	114
E. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	120
E.1 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal	120
E.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	120
E.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	121
E.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	121



E.5	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 40%	122
F.	Pengujian Penyerapan Air Beton	123
F.1	Pengujian Penyerapan Air Beton Normal	123
F.2	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca	123
F.3	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 20%	123
F.4	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 30%	124
F.5	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 40%	124

## INTISARI

**“PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN TAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*”**, Riski Wisnu Mahanani, NPM: 11.02.13838, tahun 2015, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam suatu proses produksi yang dilakukan pasti terdapat suatu limbah yang selalu dihasilkan salah satu contohnya adalah limbah berupa kaca. Pemanfaatan limbah kaca untuk mengurangi penumpukan jumlah limbah yang nanti hasilnya berupa serbuk kaca. Penulis mencoba memanfaatkan limbah kaca dengan menjadikannya sebagai campuran sebagian dari agregat halus dan sebagai *filler* yang dapat mengisi rongga-rongga kecil pada beton. Pada penelitian ini diharapkan dengan menggunakan campuran serbuk kaca dan tambahan *filler* dapat mengisi rongga-rongga kecil pada beton dan membuat beton semakin padat sehingga dapat meningkatkan mutu beton.

Penambahan *Superplasticizer* sebagai bahan tambah campuran beton dengan meminimalkan jumlah faktor air semen dengan cara pengurangan air yang diharapkan bisa memperbaiki sifat - sifat beton segar (*fresh concrete*) sehingga memiliki *workability* yang sesuai dan bisa menambah kuat tekan beton. Benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 9 buah beton normal tanpa serbuk kaca dan 36 buah untuk beton dengan serbuk kaca, *filler* dengan tambahan *Superplasticizer*. Perencanaan adukan beton menggunakan SNI T-15-1990-03 dengan perencanaan kuat tekan 20 MPa, faktor air semen (fas) 0,57 dan variasi substitusi sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% serbuk kaca terhadap volume agregat halus, serta tambahan serbuk kaca halus sebagai *filler* pada masing-masing variasi benda uji 10%, 20%, 30% dan 40% sebesar 3% terhadap berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter  $\pm 150$  mm dan tinggi  $\pm 300$  mm sebanyak 30 buah untuk pengujian kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik belah beton, sedangkan benda uji berbentuk silinder dengan diameter  $\pm 100$  mm dan tinggi  $\pm 200$  mm untuk pengujian penyerapan air beton.

Pada penelitian ini diperoleh nilai kuat tekan optimum rerata pada beton dengan substitusi 10% serbuk kaca yaitu sebesar 39,18 MPa. Nilai modulus elastisitas optimum rerata pada beton dengan substitusi 10% serbuk kaca yaitu sebesar 33051,62 MPa. Nilai kuat tarik belah optimum rerata pada beton dengan substitusi 10% serbuk kaca yaitu sebesar 4,04 MPa. Nilai penyerapan air beton terendah diperoleh pada beton normal sebesar 7,13%. Berdasarkan hasil pengujian, serbuk kaca layak digunakan sebagai alternatif pemanfaatan limbah kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus pada beton.

**Kata Kunci:** serbuk kaca, bahan pengisi (*filler*), sifat mekanik beton, *Superplasticizer*.